

**PROCEDE DE PREPARATION DE TOLES D'ALUMINIUM DESTINEES A ETRE  
SOUDEES, A RESISTANCE A LA CORROSION AMELIOREE**

**Patent number:** FR2370105  
**Publication date:** 1978-06-02  
**Inventor:** DESCHAMPS RICHARD; DEVELAY ROGER  
**Applicant:** CEGEDUR (FR)  
**Classification:**  
- international: C22F1/04; C22C21/06  
- european: C22C21/06; C22F1/05  
**Application number:** FR19760034374 19761108  
**Priority number(s):** FR19760034374 19761108

**Report a data error here**

Abstract not available for FR2370105

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

A2

**DEMANDE  
DE CERTIFICAT D'ADDITION**

(21)

**N° 76 34374**

Se référant : au brevet d'invention n. 75.36891 du 25 novembre 1975.

(54) Procédé de préparation de tôles d'aluminium destinées à être soudées, à résistance à la corrosion améliorée.

(51) Classification internationale (Int. Cl.<sup>2</sup>). C 22 F 1/04; C 22 C 21/06.

(22) Date de dépôt ..... 8 novembre 1976, à 11 h 45 mn.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du public de la demande ..... B.O.P.I. — «Listes» n. 22 du 2-6-1978.

(71) Déposant : CEGEDUR SOCIETE DE TRANSFORMATION DE L'ALUMINIUM PECHINEY, résidant en France.

(72) Invention de : Richard Deschamps et Roger Develay.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Michel Jacquet, Pechiney-Ugine-Kuhlmann.

Certificat(s) d'addition antérieur(s) :

A2

**DEMANDE  
DE CERTIFICAT D'ADDITION**

(21)

**N° 76 34374**

Se référant : au brevet d'invention n. 75.36891 du 25 novembre 1975.

(54)

Procédé de préparation de tôles d'aluminium destinées à être soudées, à résistance à la corrosion améliorée.

(51)

Classification internationale (Int. Cl.<sup>2</sup>). C 22 F 1/04; C 22 C 21/06.

(22)

Date de dépôt ..... 8 novembre 1976, à 11 h 45 mn.

(33) (32) (31)

Priorité revendiquée :

(41)

Date de la mise à la disposition du  
public de la demande ..... B.O.P.I. — «Listes» n. 22 du 2-6-1978.

(71)

Déposant : CEGEDUR SOCIETE DE TRANSFORMATION DE L'ALUMINIUM PECHINEY,  
résidant en France.

(72)

Invention de : Richard Deschamps et Roger Develay.

(73)

Titulaire : *Idem* (71)

(74)

Mandataire : Michel Jacquet, Pechiney-Ugine-Kuhlmann.

Certificat(s) d'addition antérieur(s) :

première variante, être fait sur chaleur d'homogénéisation, puis à tiède jusqu'à l'épaisseur finale avec contrôle précis de la température.

Les n-2 premières passes sont faites à une température supérieure à celle de mise en solution de l'alliage soit 370°C.

5 La bande est ensuite refroidie éventuellement à 380°C, et les deux dernières passes sont faites dans le domaine de température 250°-380°C.

Il est important de noter que les n-2 premières passes se font sur laminoir réversible, dans des conditions industrielles qui se traduisent par un faible refroidissement alors que les 2 dernières passes se font en bandes  
10 sur un tandem, opération très rapide accompagnée d'une chute rapide de la température de 380°C à 250°C.

Dans les n-2 premières passes, on a donc une chute de température lente de 520°C à 380°C par exemple, puis pendant les deux dernières passes, une chute très rapide de 380°C à 250°C.

15 La demanderesse a trouvé que la résistance à la corrosion feuilletante pouvait encore être améliorée par des légères modifications de composition des alliages mis en oeuvre.

En effet, à l'opposé de ce qui se passe dans le cas des alliages à plus de 3 % de magnésium, tels le 5056, le 5083, le 5454, ou dans le cas des  
20 alliages aluminium-zinc-magnésium tels que le 7020, alliages dans lesquels le manganèse et le chrome sont des éléments d'addition habituels, ces mêmes éléments ont, dans l'alliage selon l'invention, une influence néfaste sur la corrosion feuilletante. Les exemples suivants démontrent que la corrosion feuilletante, qui sur un alliage conforme à l'invention du brevet principal et contenant 0,40 % de manganèse et 0,24 % de chrome est plus faible après soudage que  
25 sur un A-Z5G classique, décroît de façon spectaculaire lorsque l'on diminue la teneur en chrome, tout d'abord, en-dessous de 0,15 %, puis en-dessous de 0,04 %, la teneur en manganèse restant inférieure ou égale à 0,40 %. La corrosion feuilletante continue de décroître si, maintenant la teneur en chrome inférieure à  
30 0,04 %, on diminue la teneur maximale en manganèse à 0,20 % puis 0,05 %. Pour cette dernière composition, la sensibilité à la corrosion feuilletante est à peu près nulle.

Les exemples ci-après illustrent ce phénomène. L'exemple 1 du brevet principal est reproduit afin de servir de comparaison aux exemples selon l'invention du présent certificat d'addition. Dans ces exemples, l'alliage selon  
35 l'invention est désigné sous le nom d'A-G5Z.

Exemple 1 :

L'alliage de composition ci-après :

Si = 0,15 %

40 Fe = 0,30 %

Mn = 0,40 %

Mg = 4,52 %

Cr = 0,24 %

Zn = 2,54 %

5 Zr = 0,10 %

Ti = 0,02 %

Be = 6 ppm

a été coulé par un procédé semi-continu sous forme de plaques. Après un traitement d'homogénéisation de 6 h à 420°C + 10 h à 520°C, l'alliage a été laminé  
10 à chaud jusqu'à l'épaisseur de 8 mm à une température toujours supérieure à 370°C (température de mise en solution des éléments Mg et Zn de l'alliage).

Les tôles ainsi obtenues ont été trempées à l'air calme, puis laminées à froid jusqu'à l'épaisseur de 4 mm. Il a été effectué ensuite un traitement thermique de 6 mn à 300°C.

15 Les caractéristiques obtenues sont les suivantes :

$R_{0,2}$  = 26,3 hbar (limite élastique)

$R_m$  = 36,7 hbar (charge de rupture)

$A_{5,65}$  = 12,2 % (allongement)

Ces caractéristiques sont stables dans le temps.

20 Après soudage MIG avec fil d'apport A-G4Z2, les caractéristiques mécaniques obtenues sont données par le tableau suivant (cordon non arasé) :

maturation		7 jours	15 jours	1 mois	2 mois	4 mois
$R_{0,2}$	hbar	20,9	21,7	22,6	23,0	24,0
$R_m$	hbar	33,9	34,7	34,8	34,9	35,2
$A_{5,65}$	%	8,2	7,4	6,9	6,7	7,5

25

Ces caractéristiques mécaniques sont comparables avec celles d'un A-Z5G de composition et de fabrication courantes (norme AFNOR A50451) et soudé  
35 dans les mêmes conditions que l'alliage de l'exemple, comme le montre le tableau ci-après qui indique l'évolution des caractéristiques mécaniques de l'A-Z5G après soudage :

maturation		7 jours	15 jours	1 mois	2 mois	4 mois
$R_{0,2}$	hbar	15,6	17,5	18,2	19,8	21,2
$R_m$	hbar	27,9	30,1	31,5	32,5	33,7
$A_{5,65}$	%	7,6	10,4	8,1	9,6	11,0

35

Ce niveau de résistance mécanique est très supérieur à ce que l'on  
40 obtiendrait avec un alliage 5083 ( $R_{0,2}$  = 13 hbar après soudage).

La résistance à la corrosion de l'alliage revendiqué a été déterminée par rapport à un alliage A-Z5G industriel correspondant à la norme AFNOR A50451.

Résistance à la corrosion feuilletante :

Les essais ont été effectués à 40°C en immersion permanente dans une

5 solution chromagée de composition suivante :

- chlorure de sodium : 3 %
- bichromate de sodium : 0,5 %
- acétate de sodium : 0,5 %
- acide acétique : quantité suffisante pour avoir pH = 4.

10 Les deux alliages non soudés ne présentent aucune trace de corrosion après deux mois d'essais.

Il n'en est plus de même quand ils sont à l'état soudé. Après un mois d'essais, on constate que les deux alliages soudés présentent une zone de corrosion feuilletante adjacente au cordon de soudure et de part et d'autre de

15 celui-ci.

Toutefois, la largeur de bande atteinte par la corrosion feuilletante est de 3 mm environ dans un alliage selon l'invention, alors qu'elle est de 10 à 12 mm pour l'A-Z5G. La profondeur de la partie corrodée est aussi plus faible dans le cas de l'alliage selon l'invention.

20 Ceci se traduit par des pertes de masse après essai beaucoup plus faibles dans le cas de l'A-G5Z comme le montre le tableau ci-dessous :

Alliage	Perte de masse mg/épreuve
selon l'invention	72
A-Z5G	2438

25

La cinétique de corrosion est donc beaucoup plus lente pour l'alliage A-G5Z. Ainsi, après deux mois d'essais, l'A-Z5G est complètement corrodé au voisinage du cordon de soudure (épreuve rompue), alors que l'A-G5Z a encore

30 une épaisseur de 3 mm (75 % de la valeur initiale). La perte de poids atteint toutefois une moyenne de 10058 mg/épreuve.

#### Exemple 2 :

On coule sous forme de plaques, un alliage de composition :

- |             |             |
|-------------|-------------|
| Si = 0,12 % | Zn = 2,38 % |
| Fe = 0,30 % | Zr = 0,12 % |
| Mn = 0,38 % | Ti < 0,02 % |
| Mg = 4,53 % | Be = 10 ppm |
| Cr = 0,12 % |             |

35

Ces plaques sont alors homogénéisées 6 h à 420°C + 6 h à 540°C, elles sont ensuite laminées à chaud sur chaleur d'homogénéisation de 60 à 10 mm, puis après

40

refroidissement rapide, laminées à froid de 10 mm à 5 mm. On procède alors à une restauration de 5 minutes à 280°C.

Les caractéristiques mécaniques sur tôle avant soudage sont alors :

$$R_{0,2} = 25,6 \text{ hbar}$$

$$R_m = 36,4 \text{ hbar}$$

$$A_{5,65} = 13,1 \%$$

Après soudage d'éprouvettes, par soudage MIG semi-automatique, avec fil d'apport en A-G4Z2, on note les caractéristiques suivantes après différentes périodes de maturation :

maturation		7 jours	1 mois	2 mois	4 mois
$R_{0,2}$	hbar	20,3	21,1	21,5	21,7
$R_m$	hbar	31,9	31,9	32,5	32,6
$A_{5,65}$	%	7,6	7,4	7,9	8,1

Les résultats aux essais à la corrosion feuilletante, effectués dans les mêmes conditions que pour l'exemple 1, mettent en évidence après deux mois d'essais, une perte de poids de 6454 mg/épreuve.

#### Exemple 3 :

On coule sous forme de plaques un alliage de composition :

$$\text{Si} = 0,04 \%$$

$$\text{Zn} = 2,46 \%$$

$$\text{Fe} = 0,21 \%$$

$$\text{Zr} < 0,02 \%$$

$$\text{Mn} = 0,37 \%$$

$$\text{Ti} < 0,02 \%$$

$$\text{Mg} = 4,18 \%$$

$$\text{Be} = 50 \text{ ppm}$$

$$\text{Cr} < 0,02 \%$$

Les opérations d'homogénéisation et de laminage sont faites comme dans l'exemple 2.

Les caractéristiques mécaniques sur tôles avant soudage sont les suivantes :

$$R_{0,2} = 25,6 \text{ hbar}$$

$$R_m = 35,7 \text{ hbar}$$

$$A = 14,1 \%$$

Après soudage dans des conditions identiques à celles de l'exemple précédent, on note les caractéristiques suivantes :

maturation		7 jours	1 mois	2 mois	4 mois
$R_{0,2}$	hbar	17,4	19,1	20,2	19,7
$R_m$	hbar	30,0	30,9	32,3	33,7
A	%	7,6	8,0	7,8	9,6

Les résultats aux essais à la corrosion feuilletante mettent en évidence après deux mois d'essais une perte de poids de 4546 mg/épreuve.

Exemple 4 :

Les mêmes essais que ceux des exemples 2 et 3 sont faits sur un alliage de composition :

Si = 0,04 %                      Zn = 2,48 %  
 Fe = 0,21 %                      Zr < 0,02 %  
 Mn = 0,19 %                      Ti < 0,02 %  
 Mg = 4,36 %                      Be = 20 ppm  
 Cr < 0,02 %

On note les caractéristiques ci-après :

- avant soudage :  $R_{0,2}$  = 24,8 hbar  
                                $R_m$  = 35,0 hbar  
                               A = 14,8 %

- après soudage :

maturation		7 jours	1 mois	2 mois	4 mois
$R_{0,2}$	hbar	17,5	19,3	20,6	19,8
$R_m$	hbar	30,3	31,4	31,5	30,7
A	%	8,3	8,1	7,8	6,9

Aux essais de corrosion feuilletante, on enregistre après deux mois d'essais une perte de poids de 1010 mg/épreuve.

Exemple 5 :

On coule une plaque de composition :

Si = 0,04 %                      Zn = 2,51 %  
 Fe = 0,21 %                      Zr = 0,25 %  
 Mn < 0,02 %                      Ti < 0,02 %  
 Mg = 4,58 %                      Be = 30 ppm  
 Cr < 0,02 %

La gamme de transformation est la même que celle des exemples précédents, à l'exception de la restauration finale qui est faite à 230°C pendant 5 minutes.

On note les caractéristiques ci-après :

- avant soudage :  $R_{0,2}$  = 30,9 hbar  
                                $R_m$  = 39,8 hbar  
                               A = 12,1 %



- après soudage :

maturation		7 jours	1 mois	2 mois	4 mois
R <sub>0,2</sub>	hbar	18,5	20,6	21,8	21,1
R <sub>m</sub>	hbar	31,0	34,1	35,3	35,0
A	%	7,4	8,2	9,1	7,8

10 Aux essais de corrosion feuilletante, on enregistre après deux mois d'essais, une perte de poids de 322 mg/éprouvette.

L'ensemble des résultats observés sur les exemples ci-dessus peut être rassemblé dans le tableau ci-après en fonction de la composition de l'alliage en chrome et en manganèse :

Composition	Caract. avant soudage			Caract. après soudage après 4 mois			Perte de poids en 2 mois de corrosion mg/éprouvette
	R <sub>0,2</sub>	R	A	R <sub>0,2</sub>	R	A	
Cr = 0,24 % Mn = 0,40 %	26,3	36,7	12,2	24,0	35,2	7,5	10058
Cr = 0,12 % Mn = 0,38 %	25,6	36,4	13,1	21,7	32,6	8,1	6454
Cr < 0,02 % Mn = 0,37 %	25,6	35,7	14,1	19,7	33,7	9,6	4546
Cr < 0,02 % Mn = 0,19 %	24,8	35,0	14,8	19,8	30,7	6,9	1010
Cr < 0,02 % Mn < 0,02 %	30,9	39,8	12,1	21,1	35,0	7,8	322

Les charges de rupture et limites élastiques sont exprimées en hectobar, les allongements en %, les pertes de poids en mg.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de fabrication de tôles soudables en alliage d'aluminium, présentant des caractéristiques mécaniques et de résistance à la corrosion améliorées par rapport aux tôles en A-G5 ou en AZ5G, comprenant l'homogénéisation  
 5 à une température de 400°C à 540°C, pendant 6 à 50 heures, d'une plaque coulée, un laminage à chaud sur chaleur d'homogénéisation jusqu'à une épaisseur intermédiaire, ce laminage se terminant à une température supérieure à 370°C, un refroidissement rapide jusqu'à la température ambiante, un laminage à froid jusqu'à l'épaisseur finale, un traitement thermique à une température de 200°C à  
 10 380°C pendant quelques minutes, selon la revendication 1 du brevet principal, caractérisé en ce que la plaque coulée a la composition suivante :

Si $\leq$ 0,35 %	Cr $\leq$ 0,15 %
Fe $\leq$ 0,40 %	Zn = 1,5 % à 3 %
Cu $\leq$ 0,30 %	Zr $\leq$ 0,30 %
15 Mn $\leq$ 0,40 %	chaque autre élément $\leq$ 0,05 %
Mg = 3,5 % à 5 %	Al : le reste

2. Procédé de fabrication de tôles soudables en alliage d'aluminium présentant des caractéristiques mécaniques et de résistance à la corrosion améliorées par rapport aux tôles en A-G5 ou en A-Z5G, comprenant l'homogénéisation  
 20 à une température de 400°C à 540°C pendant 6 à 50 heures d'une plaque coulée, un laminage à chaud sur chaleur d'homogénéisation jusqu'à une épaisseur intermédiaire, un refroidissement rapide sur laminoir jusqu'à une température de 380°C environ, un laminage à tiède à une température comprise entre 250°C et 380°C jusqu'à l'épaisseur finale, selon la revendication 2 du brevet principal,  
 25 caractérisé en ce que la plaque coulée a la composition de la revendication 1 du présent certificat d'addition.

3. Procédé de fabrication de tôles soudables en alliage d'aluminium, comprenant l'homogénéisation à une température de 400°C à 540°C pendant 6 à 50 heures d'une plaque coulée, un refroidissement de la plaque, un réchauffage  
 30 avant laminage à une température et avec une durée telles que les éléments durcissants ayant précipité au refroidissement soient remis en solution, un laminage à chaud jusqu'à une épaisseur intermédiaire, se terminant à une température supérieure à 370°C, un refroidissement rapide jusqu'à la température ambiante, un laminage à froid jusqu'à l'épaisseur finale, un traitement thermique de quel-  
 35 ques minutes à une température comprise entre 200°C et 380°C, selon la revendication 3 du brevet principal, caractérisé en ce que la plaque coulée a la composition de la revendication 1 du présent certificat d'addition.

4. Procédé de fabrication de tôles soudables en alliage d'aluminium comprenant l'homogénéisation à une température de 400°C à 540°C pendant 6 à 50  
 40 heures d'une plaque coulée, un refroidissement de la plaque, un réchauffage

avant laminage à une température et avec une durée telles que les éléments durcissants ayant précipité au refroidissement soient remis en solution, un laminage à chaud jusqu'à une épaisseur intermédiaire, un refroidissement rapide sur laminoir jusqu'à une température de 380°C environ, un laminage à tiède jusqu'à 5 l'épaisseur finale, à une température comprise entre 250°C et 380°C, selon revendication 4 du brevet principal, caractérisé en ce que la plaque coulée a la composition de la revendication 1 du présent certificat d'addition.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé par une teneur en chrome de l'alliage inférieure à 0,04 %.

10 6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé par une teneur en chrome de l'alliage inférieure à 0,04 %, et une teneur en manganèse inférieure à 0,20 %.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé par une teneur en chrome inférieure à 0,04 %, et une teneur en manganèse 15 inférieure à 0,05 %.

8. Tôles fabriquées par le procédé de l'une quelconque des revendications 1 à 7.